

«E FEZ-SE ÁGUA!» UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA ABORDAR A INTERDEPENDÊNCIA ENTRE A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA

Margarida Figueiredo

Departamento de Química da Universidade de Évora e Centro de Química de Évora, Évora, Portugal
mtf@uevora.pt

Fátima Paixão

Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco e Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores
Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
mfpaixao@ipcb.pt

RESUMO: Este trabalho apresenta e descreve uma Unidade didática, desenvolvida no âmbito do Projeto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia Y Tecnología), com o objetivo de melhorar a compreensão da Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia. No desenho da Unidade didática apresentada foram utilizados materiais, que se enquadram no domínio da História da Ciência, ligados ao nome de Antoine Laurent Lavoisier, por muitos considerado o pai da Química. Esses documentos ilustram um episódio marcante da evolução da Química, enquanto Ciência experimental, em que o desenho de um dispositivo permitiu fazer a síntese da água a partir dos gases Hidrogénio e Oxigénio, chegando às proporções corretas em que estes gases se combinavam. São apresentados e analisados alguns resultados obtidos a partir das respostas a algumas questões do questionário COCTS.

PALAVRAS CHAVE: Ciência e Tecnologia; História da Ciência; Proposta didática; Ensino da Química.

OBJETIVOS

A Unidade didática apresentada foi concebida tendo como grandes finalidades levar os alunos a reconhecer a interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, através do recurso a documentos que fazem parte da História da Ciência. Pretende-se dessa forma valorizar a importância da História da Ciência, em particular da História da Química, nos Contextos de Ensino-Aprendizagem.

No âmbito do Projeto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia Y Tecnología: Una investigación experimental y longitudinal), tem como objetivos:

- Melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos sobre a NdCeT(Natureza da Ciencia e da Tecnologia) em diferentes níveis de ensino.

-
- Verificar qual a eficácia da Sequência didática, na melhoria da compreensão, pelos alunos, da NdCeT;
 - Contribuir para a Identificação das ferramentas de intervenção mais eficazes, em cada nível de ensino, para melhorar a qualidade de ensino e aprendizagem da NdCeT.
 - Contribuir para a avaliação dos efeitos resultantes da intervenção, em diferentes contextos e amostras.

MARCO TEÓRICO

A Ciência e a Tecnologia estão hoje presentes em todas as dimensões da vida social, de forma bastante evidente. As suas repercussões fazem sentir-se em sectores como a política, a economia, a cultura e a educação. Em consequência dessa realidade torna-se imprescindível que todos os cidadãos tenham acesso a conhecimentos básicos sobre Ciência e Tecnologia, de modo a intervirem de forma ativa na Sociedade. Do mesmo modo que se aceita como fundamental que todos os cidadãos usufruam de um mínimo de alfabetização literária, as exigências atuais da vida em sociedade, tornam também necessário que seja facultada, a todos os cidadãos, um mínimo de formação técnico-científica.

A importância da alfabetização em Ciência e Tecnologia é hoje amplamente reconhecida pelos especialistas em Educação. No entanto, diversos estudos realizados sobre este tema, revelam que ainda existem dificuldades na compreensão da NdCeT (Abell, Martini & George, 2001; Figueiredo & Paixão, 2011; Lederman, 1992; Manassero, Vázquez & Acevedo, 2004; Moss, Abrams & Robb, 2001; Ryan & Aikenhead, 1992; Vázquez, Manassero & Acevedo, 2006b).

O Projecto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia Y Tecnología: Una investigación experimental y longitudinal) apresenta como objetivo melhorar a compreensão da NdCeT de alunos e professores, através da construção e aplicação de instrumentos de intervenção educativa e de avaliação, concebidos e implementados em diferentes contextos. A Unidade didática «E fez-se água!» é um exemplo desses instrumentos. Outros estudos já realizados com a aplicação deste tipo de Unidades didáticas, apresentaram resultados animadores, tendo conduzido a uma melhoria significativa nos domínios analisados (Figueiredo & Paixão, 2012).

METODOLOGIA

A proposta didática desenvolvida, baseou-se no pressuposto de que o recurso a episódios concretos da História da Ciência, pode constituir um meio apropriado para melhorar a compreensão, por parte dos alunos, sobre a Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia.

O instrumento de avaliação utilizado foi construído a partir das questões do questionário COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad), diretamente relacionadas com o tema em estudo e que melhor podiam fornecer resultados para avaliar em que medida os objetivos da Unidade didática desenvolvida eram alcançados. A metodologia seguida baseou-se na aplicação de um pré-teste e pós-teste a um grupo experimental (GE) e um grupo de controlo (GC). Os dois testes foram aplicados na mesma altura aos dois grupos, tendo sido desenvolvida a Unidade Didática, entre os dois momentos de aplicação, no caso do Grupo Experimental. Tanto o grupo experimental (62 alunos) como o Grupo de Controlo (26 alunos) eram constituídos por alunos do 9º ano de escolaridade, com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos e tinham o mesmo professor na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

Foram incluídas no pré-teste e pós-teste as questões 10411 e 10421¹

A formulação das questões baseia-se num Modelo de Respostas Múltiplas (Vázquez & Manassero, 1999; Vázquez, Manassero & Acevedo, 2006a). A classificação (feita por especialistas) das respostas em categorias (Adequadas, Plausíveis e Ingénuas), encontra-se registada na Tabela 1.

Tabela 1.

Questões do questionário COCTS incluídas no pré-teste e pós-teste e respetiva categoria

Tema	Sub-tema	Questões	Categoria
Ciência e Tecnologia	Interdependência	F1_10411A	Ingénua
		F1_10411B	Adequada
		F1_10411C	Adequada
		F1_10411D	Ingénua
		F1_10411E	Plausível
		F2_10421A	Ingénua
		F2_10421B	Plausível
		F2_10421C	Plausível
		F2_10421D	Adequada
		F2_10421E	Ingénua
		F2_10421F	Ingénua
		F2_10421G	Ingénua
		F2_10421H	Ingénua

O cálculo de índices atitudinais normalizados entre $[-1,+1]$, a partir dos valores de 1 a 9, obtidos na escala direta, foi feita de acordo com o que se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2.

Correspondência entre a pontuação das respostas e o índice atitudinal normalizado entre -1 e +1 em função da categoria das afirmações

Pontuações diretas das respostas									
Grau de acordo	Nulo	Quase nulo	Baixo	Parcial baixo	Parcial	Parcial alto	Alto	Quase total	Total
Escala direta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Atitudinal normalizado									
Categoria									
Adequada	-1	-0,75	-0,5	-0,25	0	+0,25	+0,5	+0,75	+1
Plausível	-1	-0,5	0	+0,5	1	+0,5	0	-0,5	-1
Ingénua	+1	+0,75	+0,5	+0,25	0	-0,25	-0,5	-0,75	-1

1. COCTS – PIEARCTS – Forma 2 © M.A. Manassero, Á. Vázquez, J. A. Acevedo & M. F. Paixão

Sobre a Unidade didática

Na Unidade didática apresentada propõe-se a análise de dois documentos:

- O primeiro Documento é um texto intitulado «E fez-se água», onde, através de excertos da obra de Antoine Laurent Lavoisier, *Traité Elementaire de Chimie*, se descrevem as suas experiências, com a colaboração de Meusnier, que culminaram na síntese da água e que ficaram célebres, não só pelos avanços científicos conclusivos que permitiram alcançar mas também pela aparelhagem tecnológica sofisticada que envolveram.

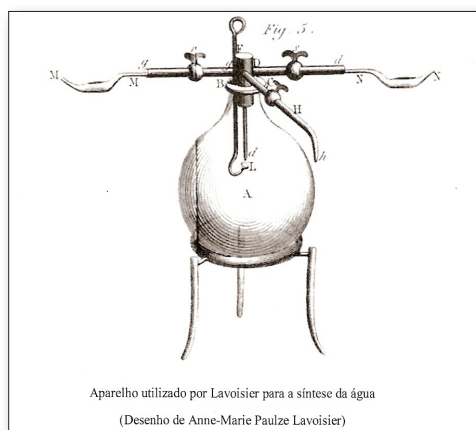
A descrição pormenorizada dos procedimentos e dos dispositivos experimentais utilizados está bem patente no texto, cuja análise se propõe e do qual se apresenta um excerto:

§ V.

Da combustão do gás hidrogénio e da formação da água

O que a formação da água tem de particular é que as duas substâncias que para tal concorrem, o oxigénio e o hidrogénio, estão uma e a outra no estado aeriforme antes da combustão, e que uma e a outra se transformam, como resultado desta operação, numa substância líquida, que é a água.

Esta combustão seria muito simples e não exigiria aparelhos muito complicados, se fosse possível procurar-se os gases oxigénio e hidrogénio perfeitamente puros e que não deixassem restos.



Aparelho utilizado por Lavoisier para a síntese da água
(Desenho de Anne-Marie Paulze Lavoisier)

(...) eis o aparelho que usámos, M. Meusnier e eu, para a combustão do gás hidrogénio.

Para operar com este aparelho, começa-se por fazer o vazio no balão A por meio da bomba pneumática adaptada ao tubo FHh; após o que se introduz gás oxigénio, rodando a torneira r do tubo gg. Abre-se em seguida a torneira s do tubo dDd' afim de fazer chegar o gás hidrogénio; e rapidamente, seja com uma máquina eléctrica, seja com uma garrafa de Leyde, faz-se passar uma faísca da bola L para a extremidade d' do tubo pelo qual se faz o escoamento do gás hidrogénio, e ele inflama-se imediatamente.

(...) Durante todas estas operações, a água que se forma condensa sobre as paredes do balão e escorre juntando no fundo e é fácil determinar o peso quando conhecemos o do balão. (Traduzido e adaptado do *Traité Elementaire de Chimie* in *Ouvres de Lavoisier*, 1864, Paris: Imprimerie Impériale, pp 354 a 357).

O segundo Documento é a imagem representada na Figura 1 e sobre a qual os alunos devem elaborar um texto onde destaquem a presença de dispositivos científicos e/ou tecnológicos.

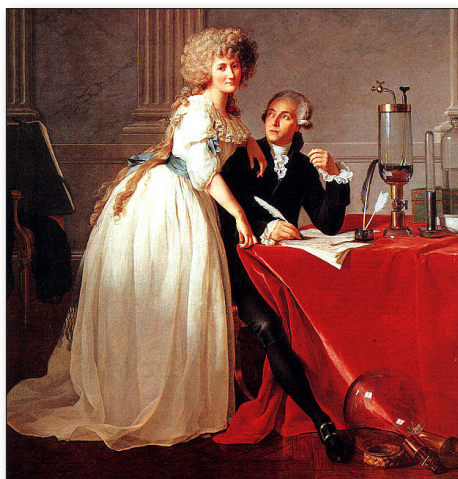


Fig.1. Antoine Laurent Lavoisier e sua esposa Anne-Marie Paulze Lavoisier

RESULTADOS

Um dos resultados alcançado, embora difícil de quantificar é bastante significativo, foi o interesse e curiosidade que os alunos demonstraram durante a análise dos documentos fornecidos.

Na vertente quantitativa os resultados foram analisados através do cálculo do Índice Atitudinal Médio (IAM) nas respostas dos dois grupos de alunos a cada uma das frases das duas questões que integravam o pós-teste e o pré-teste.

No gráfico da Figura 2, estão representados os valores do IAM, obtidos no pré teste e no pós-teste para os dois grupos, em cada uma das frases da Questão F1_10411.

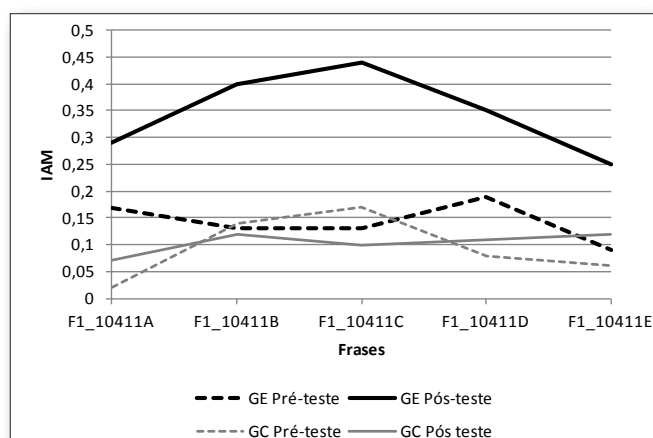


Fig. 2. Índice Atitudinal Médio obtido nas frases da questão F1_10411 do COCTS, relativa à Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia

Como se pode verificar, os valores do IAM, obtidos no pós-teste são bastante mais positivos para o GE do que para o GC, em todas as frases.

Essa diferença poderá atribuir-se aos efeitos da implementação da proposta didática, pois também se verifica através dos valores representados no Gráfico que os valores de IAM obtidos no pré-teste são muito semelhantes nos dois grupos.

No gráfico da Figura 3 estão representados os valores do IAM, obtidos no pré teste e no pós-teste para os dois grupos, em cada uma das frases da Questão F2_10421.

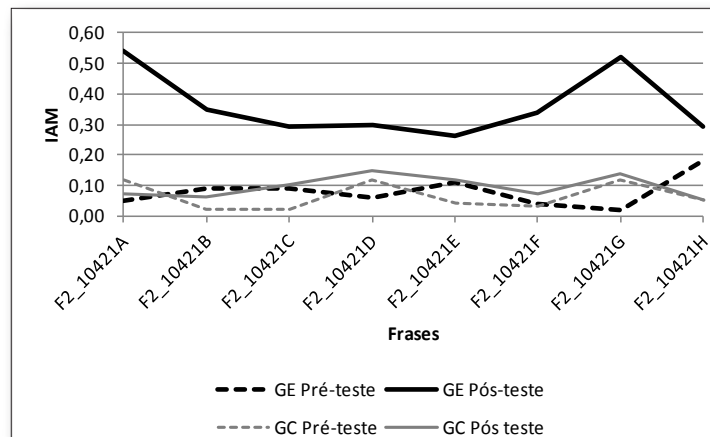


Fig. 3. Índice Atitudinal Médio obtido nas frases da questão F2_10421 do COCTS, relativa à Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia

Tal como na questão anterior, os valores do IAM, obtidos no pós-teste são bastante mais positivos para o GE do que para o GC, em todas as frases, verificando-se resultados muito semelhantes no pré-teste para os dois grupos.

CONCLUSÕES

Em conclusão, os resultados obtidos parecem apontar para uma melhoria da compreensão da Interdependência entre a Ciência e a Tecnologia, por parte dos alunos que constituíam o Grupo Experimental, após a aplicação da proposta didática, relativamente aos que constituíam o Grupo de controlo. A inclusão nos currículos deste tipo de sequências didáticas, mostra assim ser um recurso com grandes potencialidades para melhorar a compreensão sobre as questões relacionadas com a Ciência e a Tecnologia e com a sua Interdependência.

Para além disso, os resultados obtidos e o modo interessado como os alunos reagiram às atividades propostas, vem reforçar a importância da utilização de episódios marcantes da História da Ciência, enquanto estratégia para desencadear o interesse dos alunos pela aprendizagem da Ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S., Martini, M. & George, M. (2001). That's what scientists have to do: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1095-1109.
- Figueiredo, M. & Paixão, F. (2011). Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior. In: A. Bennássar Roig; Vázquez, A.; Manassero, M.A. & García-

-
- Carmona, A. (Coord.) *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI. Pp: 75-85.
- Figueiredo, M. & Paixão, F. (2012). «As Minas de São Domingos», um recurso didático para melhorar a compreensão sobre a Interação CTS in *Actas do VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no ensino das Ciências - Ciência, Tecnologia e Sociedade no futuro do ensino das ciências*, Madrid.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- Moss, D.M., Abrams, E.D. y Robb, J. (2001) Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- Ryan, A.G. y Aikenhead, G.S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Vázquez, A. e Manassero, M.A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. & Acevedo, J. A. (2006a). An Analysis of Complex Multiple Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.
- Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, J.A. (2006b). Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya* 37, 31-66.